

PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR DAN BETON RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT RINGAN BATU APUNG DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN

Felisa Octaviani Lomboan

Ellen J. Kumaat, Reky S. Windah

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: felisa.lomboan@gmail.com

ABSTRAK

Beton sebagai bahan konstruksi untuk bangunan sipil paling banyak digunakan saat ini. Hal tersebut dikarenakan beton memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan bahan yang lain diantaranya harga relatif murah, mudah dibentuk, kemampuan menahan kuat tekan yang tinggi, serta ketahanan yang baik terhadap cuaca dan lingkungan. Namun penggunaan beton juga memiliki kekurangan yaitu berat struktur yang besar akibat beban dari beton itu sendiri dan beban-beban lain. Untuk mengatasinya digunakan beton ringan untuk keperluan beton non-struktural. Pada umumnya beton ringan sama seperti beton normal hanya saja agregatnya diganti dengan agregat ringan.

Penelitian ini mengenai "Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Beton Ringan Batu Apung dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen". Pengujian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penggantian batu apung sebagai agregat kasar (beton), agregat halus (mortar), dan ASP sebagai substitusi parsial semen. Penelitian dilakukan dengan tiga variasi ASP yaitu 10%, 15%, dan 20% dari berat semen. Benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 100/200 mm dan mortar 50x50x50 mm. Benda uji untuk masing-masing variasi berjumlah 4 untuk beton dan 5 untuk mortar, pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh berat isi maksimum $1616,894 \text{ kg/m}^3$ untuk beton dan $1388,64 \text{ kg/m}^3$ untuk mortar, dengan kuat tekan maksimum pada umur 28 hari yaitu 14,05 MPa untuk beton pada ASP 0% dan 14,61 MPa untuk mortar pada ASP 15%. Penggunaan ASP pada beton menurunkan kuat tekan beton karena makin banyak kandungan ASP dalam campuran beton maka nilai FAS akan semakin besar disebabkan adanya penambahan air pada saat pencampuran.

Kata Kunci: beton ringan, mortar, batu apung, abu sekam padi, substitusi parsial semen, kuat tekan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini dunia termasuk Indonesia sedang mengembangkan pembangunan konstruksi secara vertikal karena adanya pemanasan global (*Global Warming*) maka banyak lahan diperlukan untuk tujuan penghijauan. Konstruksi vertikal maksudnya adalah membangun bangunan bertingkat banyak, sehingga lahan lainnya bisa dipakai untuk penghijauan. Bangunan bertingkat banyak sering kali terkendala karena berat sendiri bangunan tersebut yang mengakibatkan dimensi pondasi menjadi besar dan sangat memakan banyak biaya. Pemakaian beton ringan bisa menjadi alternatif untuk mengurangi berat dari bangunan bertingkat banyak sehingga berdampak pada perhitungan pondasi dari bangunan tersebut.

Mortar adalah adukan yang terdiri dari agregat halus (batu apung), bahan perekat (abu

sekam padi, semen portland) dan air. Fungsi *mortar* adalah sebagai matrik pengikat bagian penyusun suatu konstruksi baik yang bersifat struktural maupun non-struktural. Penggunaan *mortar* untuk konstruksi yang bersifat struktural misalnya mortar pasangan batu belah untuk struktur pondasi, sedangkan yang bersifat non-struktural misalnya *mortar* pasangan batu bata untuk dinding pengisi.

Light-weight concrete merupakan salah satu alternatif material pracetak untuk bangunan *residensial*, *highrise* atau *lowrise building*, baik sebagai pengganti batu bata, dinding partisi, plat lantai maupun atap. Hal ini dikarenakan sifat daripada beton ringan yang mudah di cetak ataupun dipotong menjadi ukuran-ukuran yang diinginkan menggunakan gergaji kayu / gergaji mesin serta kemudahan pada saat instalasi karena beratnya yang ringan, dan umur beton ringan lebih cepat matang dibandingkan dengan beton biasa menjadikannya memiliki nilai jual yang

lebih. Kemudian limbah yang dihasilkan lebih sedikit bila dibandingkan dengan penggunaan beton biasa.

Penelitian ini menggunakan bahan tambahan yaitu sekam padi yang diubah menjadi ASP. Dasar penulis memilih sekam padi mudah dicari atau lebih sering dikategorikan sebagai sampah. Pemanfaatan sekam padi sangat tepat mengingat kandungan zat organik dan anorganik yang terdapat dalam sekam tersebut. Bahan organik yang terdapat dalam sekam yakni Selulosa sebesar 40 % dan Lignin 30 %. Selulosa dan Lignin dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi sebab banyaknya kandungan energi yang terdapat didalamnya. Bahan anorganik dalam sekam padi terdiri dari Silikat (SiO_2), Kalsium (Ca), Kalium (K), dan Natrium (Na). Bahan tersebut diperoleh dengan cara pengabuan dari sekam padi. Besar dari kandungan abu sekam padi dalam sekam padi ± 20 %. Bahan anorganik ini terutama silikat bisa dimanfaatkan untuk pembuatan bahan bangunan semacam semen hidrolik dan semen portland hitam.

Pembatasan Masalah

Untuk menghindari adanya kesalahan penelitian sesuai dengan tujuan penelitian, maka dalam penelitian ini diperlukan adanya batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan dasar pembentuk mortar dan beton ringan sebagai berikut:

Mortar

- a. Semen Portland merek Tiga Roda
- b. Agregat halus yaitu pasir batu apung yang berasal dari Desa Koka. Pasir batu apung dihasilkan dari batu apung yang telah dipotong-potong. Pasir batu apung yang dipakai yaitu yang lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan no. 50.
- c. Abu sekam padi yang digunakan berasal dari penggilingan padi di desa Molompar, Kecamatan Belang. Sekam hasil penggilingan padi dibakar menjadi abu sekam padi. Untuk mengurangi kandungan karbon akibat pembakaran yang kurang sempurna maka sekam padi akan dibakar kembali pada suhu $\pm 300^\circ\text{C}$. Abu sekam padi yang akan digunakan harus dalam keadaan kering dan lolos saringan nomor 200.
- d. Air yang digunakan berasal dari sumur bor yang berada di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.

Beton Ringan

- a. Semen Portland merek Tiga Roda.

- b. Agregat halus yaitu pasir alam yang berasal dari Amurang yang lolos saringan no. 4.
 - c. Agregat Kasar yaitu Batu Apung (*Pumice*) dari Desa Koka. Batu apung dipotong menjadi seperti kerikil yang berukuran 4,75 mm – 19 mm.
 - d. Abu Sekam Padi (ASP) yang digunakan berasal dari penggilingan padi di desa Molompar, Kecamatan Belang. Sekam hasil penggilingan padi dibakar menjadi abu sekam padi. Untuk mengurangi kandungan karbon akibat pembakaran yang kurang sempurna maka sekam padi akan dibakar kembali pada suhu $\pm 300^\circ\text{C}$. Abu sekam padi yang akan digunakan harus dalam keadaan kering dan lolos saringan nomor 200.
 - e. Air yang digunakan berasal dari sumur bor yang berada di Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.
2. Benda uji yang dipakai adalah Kubus (50mm x 50mm x 50mm) untuk mortar dan Silinder (100mm / 200 mm) untuk beton ringan.
 3. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan.
 4. Hanya dilakukan dalam satu variasi campuran. 1 : 2 : 3 untuk campuran beton ringan dan 1 : 4 untuk campuran mortar.
 5. ASP dijadikan sebagai substitusi parsial semen pada beton dengan prosentase 0%, 10%, 15%, dan 20% dari berat pemakaian semen dan lolos saringan nomor 200.
 6. Faktor air semen (FAS) untuk semua campuran berbeda, campuran yang mengandung ASP membutuhkan lebih banyak air dibandingkan yang tidak menggunakan ASP.
 7. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan jumlah benda uji 5 buah untuk mortar dan 4 buah untuk beton ringan pada setiap variasi.
 8. Parameter pengujian hanya mengetahui kuat tekan dari masing-masing variasi mortar dan beton ringan yang memakai ASP maupun tidak memakai ASP.
 9. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Material, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.

Tujuan Penulisan.

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton ringan yang hanya menggunakan agregat kasar batu apung.

2. Untuk mengetahui kuat tekan mortar yang memakai batu apung sebagai agregat halus.
3. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton dan mortar dengan menggunakan ASP 0%, 10%, 15%, dan 20%.

Manfaat Penulisan

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan pengetahuan dan pemahaman lebih mengenai penggunaan material batu apung dan abu sekam padi terhadap sifat karakteristik beton khususnya kuat tekan, baik dari kelebihan dan kekurangannya. Dan juga untuk mengurangi jumlah sekam padi yang sangat melimpah yang hanya menjadi limbah penggilingan padi.

LANDASAN TEORI

Beton Ringan

Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 600 – 1900 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Tabel 1. Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Massa dan Kuat Tekan

Berat Massa Volume Beton (kg/m ³)	Tegangan Beton [MPa]	
<2000	$f'c 28 \leq 20$	Beton ringan pengisi
	$20 \leq f'c 28 \leq 50$	Beton ringan struktural
	$50 \leq f'c 28 \leq 100$	Beton ringan kinerja tinggi
	$f'c 28 \geq 100$	Beton ringan kinerja sangat tinggi
2000 – 3000	$f'c 28 \leq 60$	Beton normal
	$60 \leq f'c 28 \leq 120$	Beton normal kinerja tinggi
	$120 \leq f'c 28 \leq 200$	Beton normal kinerja sangat tinggi
	$f'c 28 \geq 200$	Beton normal kinerja ultra tinggi
>3000	$f'c 28 = 340$	Beton berat

Sumber : Manalip, H. 1996

Tabel 2. Klasifikasi Berat Volume Beton Menurut American Concrete Institute (ACI)

Jenis Beton	Berat Volume Beton (kg/m ³)
Beton Ultra Ringan	300 – 1100
Beton Ringan	1100 – 1600
Beton Ringan Struktural	1450 – 1900
Beton Normal	2100 – 2550
Beton Berat	2900 – 6100

Tabel 3. Klasifikasi Berat Volume Beton Menurut *Fédération Internationale de la Précontrainte* (FIP)

Jenis Beton	Berat Volume Beton (kg/m ³)
Beton Berbobot Ringan	< 2000
Beton Berbobot Normal	2000 – 3000
Beton Berbobot Berat	> 3000

Tabel 4. Klasifikasi Berat Volume Beton Menurut *Standar Nasional Indonesia* (SNI)

Jenis Beton	Berat Volume Beton (kg/m ³)
Beton Berbobot Ringan	< 1900
Beton Berbobot Normal	2200 – 2500

Tabel 5. Klasifikasi Kepadatan Beton Ringan

No.	Kategori Beton Ringan	Berat Isi Unit Beton (Kg m ³)	Tipikal Kuat Tekan Beton	Tipikal Aplikasi
1	Non-Struktural	300 – 1100	< 7 MPa	Insulating Material
2	Non-Struktural	1100 – 1600	7 – 14 MPa	Unit Masonry
3	Struktural	1450 – 1900	17 – 35 MPa	Struktural
4	Normal	2100 – 2550	20 – 40 MPa	Struktural

Batu Apung

Batu apung (*pumice*) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinging gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah *feldspar*, *kuarsa*, *obsidian*, *kristobalit*, dan *tridimit*. Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu: mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 , dan Cl , hilang pijar (*Loss of Ignition*) 6%, pH 5, bobot isi ruah 480 – 960 kg/cm³, peresapan air (*water absorption*) 16,67%, berat jenis 0,8 gr/cm³, hantaran suara (*sound transmission*) rendah, rasio kuat tekan terhadap beban tinggi, konduktifitas panas (*thermal conductivity*) rendah, dan ketahanan terhadap api sampai dengan 6 jam.

Batu apung termasuk salah satu jenis agregat ringan. Batu apung bisa dijadikan sebagai agregat ringan kasar maupun agregat ringan halus. Sebelum bisa dipakai pada campuran beton, agregat ringan batu apung harus di olah terlebih dahulu. (*SNI 03-2461-2002*)

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi bisa menjadi satu bahan yang potensial di gunakan di Indonesia karena produksi yang tinggi dan penyebaran yang luas. Abu sekam padi didapatkan dari pembakaran sekam padi pada suhu tertentu yang dapat

dipakai dalam campuran beton. Adapun fungsi abu sekam padi untuk beton, yaitu dapat menghasilkan kekuatan beton yang tinggi, mengurangi porositas beton, dan lebih ramah lingkungan. Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam padi adalah 94 – 96%, dengan *Pozzolan Activity Index* 87% dan apabila mendekati atau dibawah 90% kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi dengan zat lain yang kandungan silikatnya rendah. Silika yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk amorf terhidrat (Houston, 1972).

Tabel 6. Komposisi Kimia Abu Sekam Padi

Senyawa Kimia	Prosentase (%)
<i>Silikon Dioxide</i> (SiO ₂)	86,90 – 97,30
<i>Potassium Oxide</i> (K ₂ O)	0,58 – 2,50
<i>Sodium Oxide</i> (Na ₂ O)	0,00 – 1,75
<i>Calcium Oxide</i> (CaO)	0,20 – 2,84
<i>Magnesium Oxide</i> (MgO)	0,12 – 1,96
<i>Iron Oxide</i> (Fe ₂ O ₃)	0,00 – 0,54
<i>Phosphorus Pentoxide</i> (P ₂ O ₅)	0,20 – 2,84
<i>Sulphates</i> (SO ₃)	0,10 – 1,13
<i>Chloros</i> (Cl)	0,00 – 0,42

Sumber : Houston, D. F, 1972

Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton terhadap volumenya. Berat volume beton bergantung pada berat volume agregat yang membentuk beton tersebut.

$$\text{Berat volume beton} = \frac{W}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Dimana : W = Berat Beton (kg)

V = Volume Beton (m³)

Kekuatan Tekan Beton

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengukuran kuat tekan beton didasarkan pada *SNI 03-1974-1990*. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$f'ci = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f'ci$ = kuat tekan beton masing-masing benda uji (MPa)

P = beban runtuh yang diterima benda uji (N)

A = luas bidang tekan (mm²)

METODOLOGI PENELITIAN

Material Penelitian

Material-material yang digunakan dalam penelitian ini :

Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe-1 (merk Tiga Roda). Air yang digunakan dalam proses pencampuran beton adalah air dari Fakultas Teknik UNSRAT.

Agregat kasar adalah batu apung yang berasal dari koka, batu apung yang digunakan untuk material diperoleh dengan memecahkan secara manual (dipotong-potong) dengan ukuran 4,75 – 19 mm, kemudian di ayak dengan menggunakan saringan ¾ dan tertahan no. 4.

Agregat halus adalah pasir yang berasal dari Amurang untuk beton dan pasir batu apung untuk mortar. Pasir Amurang yang digunakan adalah yang lolos saringan no. 4, sedangkan pasir batu apung yang digunakan adalah yang lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan no. 50.

Sekam padi yang dipakai adalah sekam padi yang sudah dibakar dari desa Molompar, Kec. Belang, yang menghasilkan abu sekam padi. Abu sekam padi yang digunakan adalah yang lolos saringan no. 200 kemudian dipanaskan kembali pada suhu 300°C untuk dijadikan sebagai material substitusi semen.

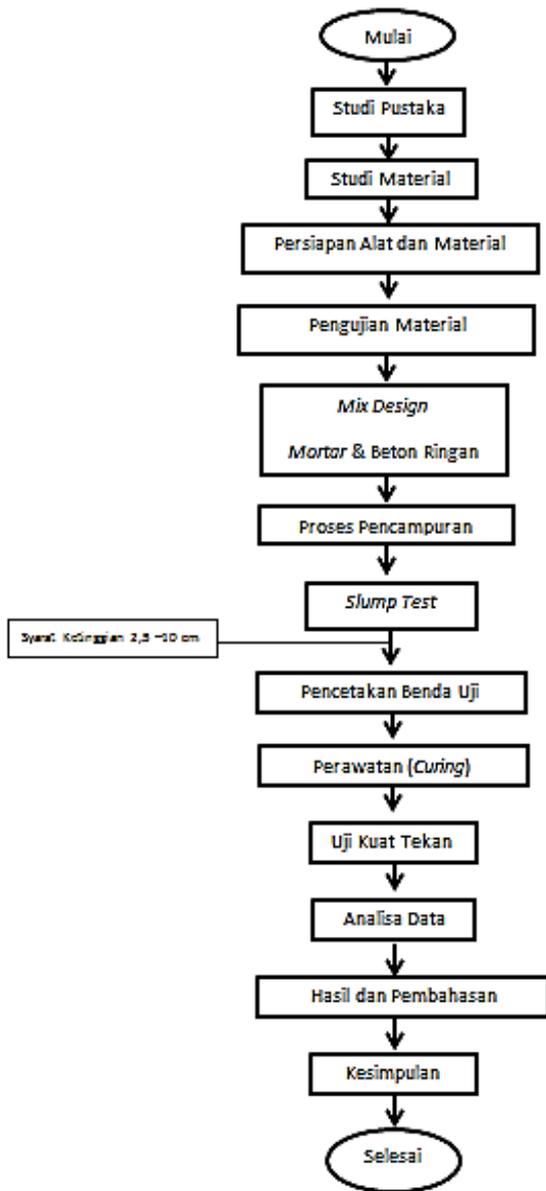
Benda Uji, Perawatan, dan Metode Pengujian

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder (100/200)mm untuk beton ringan dan kubus (50x50x50)mm untuk mortar.

Semua benda uji dikeluarkan dari cetaknya setelah berumur satu hari dan dilakukan perawatan dengan cara direndam dalam bak air hingga waktu pengujian dilakukan yaitu pada umur 28 hari.

Kedua model benda uji yaitu silinder dan kubus dilakukan uji kuat tekan dengan “*Compression Testing Machine*”.

DIAGRAM ALIR PENELITIAN



HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Volume Beton

Berat volume beton dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\text{Berat volume beton} = \frac{W}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Contoh perhitungan :

Pada benda uji silinder 1 ASP 0%

$$\text{Berat} = 2,543 \text{ kg}$$

$$\text{Volume Benda Uji} = \frac{\pi}{4} \times 0,1^2 \times 0,2 = 0,00157 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat volume beton} = \frac{2,541}{0,00157}$$

$$= 1616,89 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 7. Berat Volume Rata-Rata Beton Ringan

Komposisi Campuran Beton Ringan			Berat Volume Rata-rata [Kg/m ³]
Ag. Kasar	Ag. Halus	ASP	
Kerikil Batu Apung	Pasir Amurang	0 %	1616,89
		10 %	1614,77
		15 %	1613,18
		20 %	1609,36

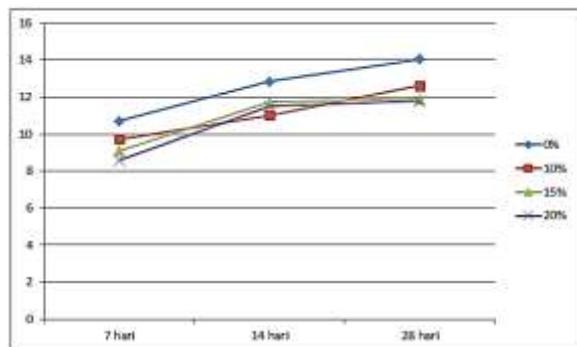
Berdasarkan tabel 7 berat volume beton dalam penelitian ini berkisar pada 1609,36 kg/m³ sampai 1616,89 kg/m³. Menurut klasifikasi berat volume beton Standard Nasional Indonesia beton ringan adalah beton yang mempunyai berat volume kurang dari 1900 kg/m³ dan dalam klasifikasi berat volume beton *American Concrete Institute* (ACI) berat volume beton ringan berkisar antara 1100 – 1600 kg/m³. Dengan demikian beton dalam penelitian ini bisa diklasifikasikan sebagai beton ringan.

Kuat Tekan Beton Ringan

Hasil pengujian kuat tekan beton ringan untuk masing-masing benda uji yang menggunakan ASP dan yang tidak menggunakan ASP dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton Rata-Rata untuk Setiap Variasi Campuran

Komposisi Campuran Beton Ringan			Kuat Tekan Beton Rata-Rata [MPa]		
Ag. Kasar	Ag. Halus	ASP	7 hari	14 hari	28 hari
Kerikil Batu Apung	Pasir Amurang	0 %	10,705	12,845	14,05
		10 %	9,722	11,037	12,632
		15 %	9,127	11,72	11,88
		20 %	8,587	11,497	11,767



Gambar 1. Hubungan Umur Beton dan Kuat Tekan Beton tiap Variasi Campuran

Dari semua variasi campuran maka dapat dilihat bahwa :

- Nilai kuat tekan beton paling maksimum pada umur beton 7 hari terjadi pada komposisi campuran dengan penggunaan ASP 0% yaitu sebesar 10,705 MPa. Sedangkan nilai kuat

tekan paling minimum terjadi pada komposisi campuran beton dengan ASP 20% yaitu sebesar 8,587 MPa.

- Untuk umur beton 14 hari komposisi campuran yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi adalah beton ringan dengan kadar ASP 0% yaitu sebesar 12,845 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan minimum ada pada komposisi campuran dengan ASP 10% yaitu sebesar 11,037 MPa.
- Pada umur 28 hari nilai kuat tekan maksimum ada pada komposisi campuran beton ringan dengan ASP 0% yaitu sebesar 14,05 MPa. Nilai kuat tekan minimum ada pada komposisi campuran beton ringan dengan ASP 20% yaitu sebesar 11,767 MPa.
- Penambahan air pada setiap variasi campuran mempengaruhi kuat tekan beton ringan, yang menyebabkan kekuatan tekan beton menurun.

Berat Volume Mortar

Sama seperti beton, berat volume mortar dihitung dengan persamaan. Berat yang digunakan pada perhitungan adalah rata-rata setiap jenis campuran. Hasil perhitungan berat volume rata-rata setiap jenis campuran pada umur 1 hari dapat dilihat pada tabel 9

Contoh perhitungan berat volume beton :

$$\begin{aligned} \text{Berat rata-rata benda uji} &= 175,56 \text{ gr} \\ \text{Volume benda uji} &= 0,000125 \text{ m}^3 \\ \text{Berat volume beton} &= \frac{(175,6/1000)}{0,000125} \\ &= 1380,48 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 9. Berat Volume Rata-Rata Mortar

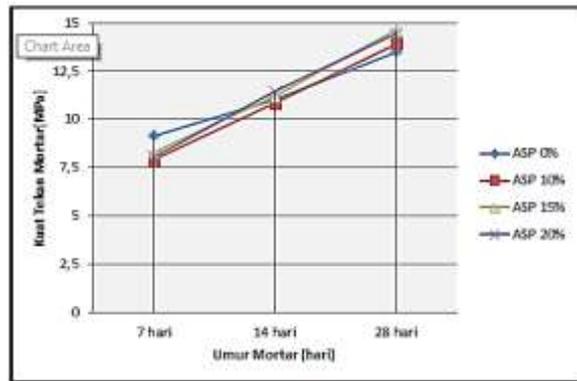
Komposisi Campuran Mortar			Berat Volume Rata-rata [kg/m ³]	
Semen + Air	Ag. Halus	ASP		
	Pasir Batu Apung		0 %	1380,48
			10 %	1364,11
			15 %	1388,64
			20 %	1366,93

Kuat Tekan Mortar

Hasil pengujian kuat tekan mortar untuk masing-masing benda uji yang menggunakan ASP dan tidak menggunakan ASP dapat dilihat pada tabel 10

Tabel 10. Kuat Tekan Mortar

Komposisi Campuran Mortar			Kuat Tekan Mortar Rata-Rata [MPa]			
Semen + Air	Ag. Halus	ASP	7 hari	14 hari	28 hari	
			Pasir Batu APung		0 %	9,14
		10 %		7,91	10,83	13,91
		15 %		8,29	11,21	14,61
		20 %		8,06	11,45	14,43



Gambar 2. Hubungan Umur Mortar dan Kuat Tekan Mortar tiap Variasi

Dari semua variasi campuran maka dapat dilihat bahwa :

- Nilai kuat tekan mortar paling maksimum pada umur mortar 7 hari terjadi pada komposisi campuran dengan penggunaan ASP 0% yaitu sebesar 9,14 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan paling minimum terjadi pada komposisi campuran beton dengan ASP 10% yaitu sebesar 7,91 MPa.
- Untuk umur mortar 14 hari komposisi campuran yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi adalah mortar dengan kadar ASP 0% yaitu sebesar 11,45 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan minimum ada pada komposisi campuran dengan ASP 10% yaitu sebesar 10,83 MPa.
- Pada umur 28 hari nilai kuat tekan maksimum ada pada komposisi campuran beton ringan dengan ASP 15% yaitu sebesar 14,61 MPa. Nilai kuat tekan minimum ada pada komposisi campuran mortar dengan ASP 0% yaitu sebesar 13,5 MPa.

PENUTUP

Kesimpulan

- Berat volume beton yang didapat berkisar antara 1609,364 kg/m³ – 1616,894 kg/m³, menurut ketentuan dari SNI beton ringan harus berbobot kurang dari 1900 kg/m³ itu berarti semua beton yang dihasilkan dari penelitian ini masih masuk dalam kategori beton ringan.
- Penambahan air pada setiap variasi campuran mempengaruhi kekuatan tekan beton ringan yang membuat kuat tekannya menurun.
- Berat volume mortar didapatkan pada kisaran 1364,11 - 1388,64 kg/m³.

- Khusus pada mortar penambahan ASP membuat nilai kuat tekan mortar semakin meningkat sekitar 0,41 – 1,11 MPa dari mortar yang tidak memakai ASP.
- Dibutuhkan pembakaran sempurna pada ASP dengan suhu 900°C agar lebih mengeluarkan kadar silika ASP.

Saran

- Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian dengan memakai bahan *addictive* yang bisa mengontrol pemakaian air pada campuran.
- Dilakukan penelitian dengan menambah jenis agregat kasar dan dikombinasikan dengan agregat ringan batu apung.
- Dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan pengganti semen yang lain seperti fly ash.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Commite 211, 1995, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweigh, dan Mass Concrete (ACI 211.1-91)*, American Concrete Institute, Detroit Michigan.
- ASTM Standards, 1985, *Standard Specification For Portland Cement*, ASTM C-150, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standards, 1990, *Standard Test Method For Slump Hydraulic Cement Concrete*, ASTM 143 – 90a, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standards, 1993, *Standard Specification For Concrete Aggregates*, ASTM C33-93, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standards, 2002, *Standard Practice For Making and Curing Concrete Test in Laboratory*, ASTM C192, ASTM International, USA.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. “*Peraturan Beton Bertulang Indonesia*”, (PBBI, 1989), Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. “*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*”, SNI 03-1974-1990, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. “*Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural*”, SNI 03-2461-2002, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. “*Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan*”, SNI 03-6882-2002, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*”, SNI 03-2847-2002, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Fédération Internationale de la Précontrainte, 1983, *FIP Manual of Lightweight Aggregate Concrete*, Second Edition, Surrey University Press, Glasgow-London.
- Houston, D.F. 1972. Rice Bran and Polish. In: *Rice: Chemistry & Technology*, 1st Ed. Amer: Assoc. Cereal Chem. Inc., St. Paul, Minnesota, USA. p.272-671.
- Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- Murdock, L. J., Brook, K. M., 1986, “*Bahan dan Praktek Beton*”, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E. G., 2010 “*Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar*”, Terjemahan, Cetakan keempat, Bandung.

Tjokrodinuljo, K. 1992. "*Teknologi Beton*", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.